

**PEMODELAN ZONASI RAWAN GEMPA di  
PROVINSI LAMPUNG MENGGUNAKAN  
REGRESI SPASIAL**

**Skripsi  
Tista Maya Surati  
1711050120**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
RADEN INTAN LAMPUNG  
1442H/2021M**

## ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian yang bertujuan untuk membuat dan memetakan persebaran gempa bumi di Provinsi Lampung dengan menggunakan frekuensi dan magnitudo gempa. Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat tumbukan antar lempeng bumi, aktivitas sesar, gunung berapi dan sebagainya. Penelitian tentang gempa ini merupakan penelitian kuantitatif yang menggunakan data sekunder mengenai gempa bumi yang diperoleh dari katalog website USGS 1960-2019 dengan koordinat Provinsi Lampung.

Hasil dari penelitian ini berupa *output* peta tematik gempa bumi dan model regresi spasial dengan menggunakan *spatial error model*. Berdasarkan penelitian ini dapat dilihat bahwa model *spatial error* untuk magnitudo lebih baik daripada model frekuensi, hal ini dikarenakan nilai AIC model magnitudo yang dimiliki jauh lebih kecil daripada model frekuensi. Hasil selanjutnya berupa peta yang menunjukkan wilayah-wilayah gempa yang memuat frekuensi dan magnitudo dengan simbol koordinat titik yang memiliki gradasi warna. Pada peta tersebut menunjukkan bahwa Lampung bagian selatan hingga barat merupakan wilayah yang rawan gempa, yaitu wilayah Pesawaran, Tanggamus, Pesisir Barat dan Lampung Barat. Wilayah yang berada di zona rawan hendaknya selalu siap siaga untuk menanggulangi dampak yang akan terjadi dan untuk seluruh lapisan masyarakat harus tolong menolong ketika akan, sedang dan setelah terjadi bencana alam.

**Kata kunci:** Gempa Bumi, *Spatial Error Model*, Peta



**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG**  
**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp (0721) 703260

**PERSETUJUAN**

**Judul Skripsi : PEMODELAN ZONASI RAWAN GEMPA DI  
PROVINSI LAMPUNG MENGGUNAKAN  
REGRESI SPASIAL**

**Nama : Tista Maya Surati**  
**NPM : 1711050120**  
**Jurusan : Pendidikan Matematika**  
**Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan**

**MENYETUJUI**

Untuk di munaqasyahkan dan dipertahankan dalam sidang  
munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Dr. Achi Rinaldi, S.Si., M.Si.**

**NIP. 198202042006041001**

**M. Syazali, M.Si.**

**NIP.**

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Pendidikan Matematika**

**Dr. Nanang Surjadi, M.Sc.**

**NIP. 197911282005011005**





**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG**  
**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Alamat : Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

**PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul : **PEMODELAN ZONASI RAWAN GEMPA DI PROVINSI LAMPUNG MENGGUNAKAN REGRESI SPASIAL**, disusun oleh: **TISTA MAYA SURATI, NPM. 1711050120**, Jurusan Pendidikan Matematika telah diujikan dalam sidang Munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada hari/tanggal: Kamis/21 Oktober 2021 pukul 13.00 s.d 15.00 WIB.

**TIM MUNAQASYAH**

**Ketua** : **Dr. Imam Syafei, M.Ag.** (.....)

**Sekretaris** : **Abi Fadila, M.Pd.** (.....)

**Pembahas Utama** : **Fredi Ganda Putra, M.Pd.** (.....)

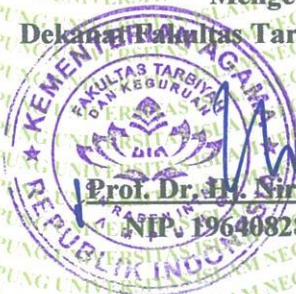
**Pembahas I** : **Dr. Achi Rinaldi, S.Si., M.Si.** (.....)

**Pembahas II** : **M. Syazali, M.Si.** (.....)

**Bandar Lampung, 26 Oktober 2021**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan**



**Prof. Dr. H. Sirva Diana, M.Pd**

**NIP. 196408281988032002**

## MOTTO

وَمَنْ جَاهَدَ فَإِنَّمَا يُجَاهِدُ لِنَفْسِهِ إِنَّ اللَّهَ لَغَنِيٌّ عَنِ الْعَالَمِينَ (٦)

Artinya: ". Dan barangsiapa berjihad, maka sesungguhnya jihadnya itu untuk dirinya sendiri. Sungguh, Allah Mahakaya (tidak memerlukan sesuatu) dari seluruh alam..”

(QS. Al-Ankabut:6)



## PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat hidayah-Nya dan nikmat kesehatan serta ilmu-Nya, penulis mampu menyelesaikan pembuatan skripsi dengan judul **Pemodelan Zonasi Rawan Gempa di Provinsi Lampung Menggunakan Regresi Spasial**. Penyusunan karya skripsi ini selesai dengan lancar dan baik sehingga karya kecil ini penulis persembahkan kepada:

1. Orang tua tercinta Bapak Budiono dan Ibu Ponijem serta keluarga besarku yang selalu mendoakan dan memberikan semangat disetiap waktu, serta mencurahkan kasih sayang bahkan memberikan segalanya agar dapat mendukung anaknya dalam mencapai kesuksesan di jalan yang benar.
2. Calon pendamping saya, Edi Prastyo yang telah memberikan semangat serta doanya agar setiap langkah yang saya lalui berjalan lancar hingga akhir.
3. Para sahabat dan teman-teman saya yaitu Aprilia Susanti, Istiqoma, Rika Septianingsih, Haya Nadirah Kharisma, Cindi Nadya Putri, Nabila Amni dan Ayu Rindi Anntika yang telah membantu penulisan skripsi ini sehingga selesai dengan baik lancar.

Saya berharap semoga Allah membantu dan membalas semua kebaikan dari pihak-pihak yang telah membantu saya dengan tulus. Saya menyadari bahwa dalam penyusunan karya ini masih banyak kekurangan terutama dalam berkata-kata, untuk itu diharapkan adanya masukan yang membangun agar skripsi ini lebih bermanfaat lagi. Terimakasih.

## **RIWAYAT HIDUP**

Tista Maya Surati lahir di Lampung Tengah tanggal 29 April 1999 yang merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Budiono dan Ibu Ponijem. Jenjang pendidikan yang pertama penulis tempuh yaitu di TK Madinah Adzzarah pada tahun 2004 hingga 2005, dilanjutkan dengan pendidikan dasar di SD Negeri Utama Agung pada tahun 2006 hingga selesai tahun 2011, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Bandar Mataram dimulai pada tahun 2012 hingga selesai pada tahun 2014, dan menempuh jenjang pendidikan selanjutnya di SMA Negeri 1 Seputih Mataram pada tahun 2015 dan selesai tahun 2017. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan sarjana di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung dengan jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan.





## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim,*

Alhamdulillah, puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan mampu memulai dan menyelesaikan karya skripsi ini guna memenuhi syarat dalam memperoleh gelar sarjana pendidikan (S.Pd) di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Penyusunan karya skripsi ini selesai karena adanya pihak-pihak yang selalu membantu, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr Hj.. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung beserta jajarannya.
2. Bapak Dr. Nanang Supriadi, M.Sc selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
3. Bapak Dr. Achi Rinaldi, S.Si, M.Si selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membantu dan memberikan bimbingan hingga skripsi ini dapat selesai.
4. Bapak Muhamad Syazali, M.Si selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membantu dan memberikan bimbingan hingga skripsi ini dapat selesai.
5. Orang tua tercinta Bapak Budiono dan Ibu Ponijem serta keluarga besarku yang selalu mendoakan dan memberikan semangat disetiap waktu, serta calon pendamping saya Edi Prastyo yang telah memberikan semangat supaya dapat menyelesaikan tugas dan tanggung jawab.
6. Rekan-rekan seperjuangan Pendidikan Matematika, khususnya kelas C angkatan 2017.
7. Almamater Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
8. Pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas dan tanggung jawab selama menjadi mahasiswa di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.



Penulis berharap semoga Allah membantu dan membalas semua kebaikan dari pihak-pihak yang telah membantu saya dengan tulus. Saya menyadari bahwa dalam penyusunan karya ini masih banyak kekurangan terutama dalam berkata-kata, untuk itu diharapkan adanya masukan yang membangun agar skripsi ini lebih bermanfaat lagi. Terimakasih.

Bandar Lampung, 2021  
Penulis

Tista Maya Surati



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
ABSTRAK .....	ii
HALAM PESETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGEEAHAN .....	iv
MOTTO .....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii

### BAB I PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul.....	1
B. Latar Belakang.....	1
C. Identifikasi Masalah.....	11
D. Batasan Masalah.....	11
E. Rumusan Masalah.....	12
F. Tujuan Penelitian.....	12
G. Manfaat Penelitian.....	13
H. Sistematika Penulisan .....	14

### BAB II LANDASAN TEORI

A. Bencana .....	17
B. Potensi Ancaman Bencana .....	18
C. Gempa Bumi.....	18
D. Penanggulangan Bencana.....	23
E. Regresi Spasial .....	24
F. Matriks Pembobot Spasial.....	26
G. <i>Spatial Error Model</i> .....	28
H. Uji Prasyarat dan Asumsi Residual.....	29
I. Kerangka Berfikir .....	31

### BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
B. Jenis Penelitian .....	35
C. Data Penelitian.....	35

D. Teknik Pengumpulan Data .....	35
E. Metode Analisis Data .....	36

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Deskripsi Data .....	39
B. Pembahasan Hasil Penelitian dan Analisis .....	40

#### **BAB III METODE PENELITIAN**

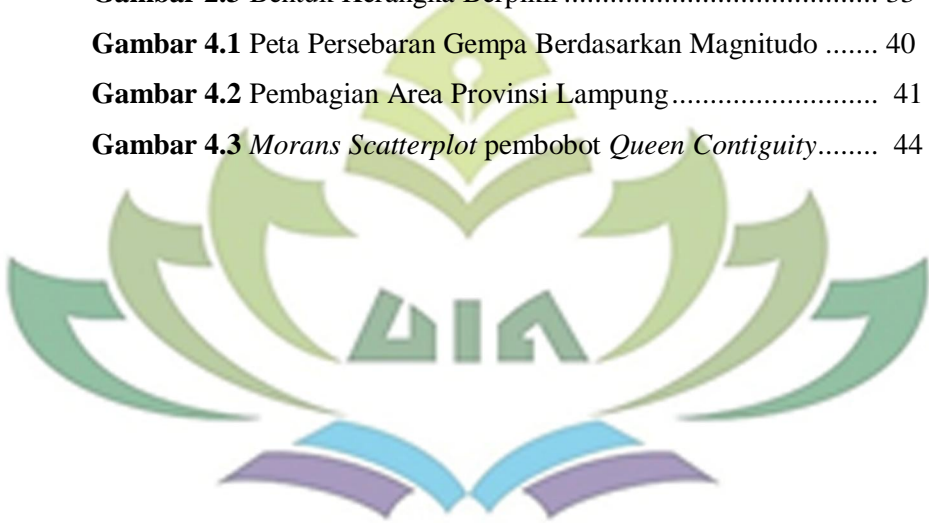
A. Simpulan .....	51
B. Rekomendasi .....	52

#### **DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR GAMBAR

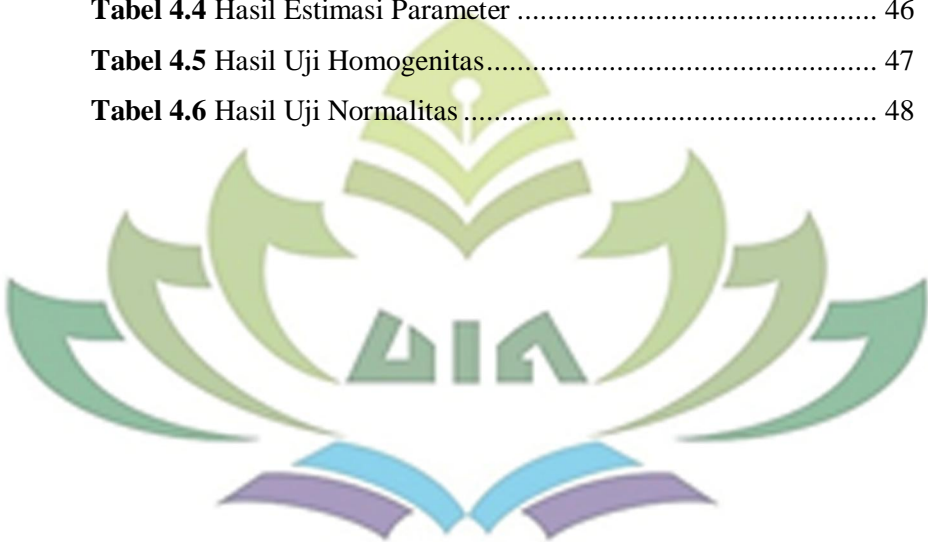
<b>Gambar 1.1</b> Sesar Aktif .....	6
<b>Gambar 1.2</b> Gempa di Lampung .....	7
<b>Gambar 2.1</b> Matrik Pembobot Spasial.....	26
<b>Gambar 2.2</b> <i>Morans Scatterplot</i> .....	30
<b>Gambar 2.3</b> Bentuk Kerangka Berpikir.....	33
<b>Gambar 4.1</b> Peta Persebaran Gempa Berdasarkan Magnitudo .....	40
<b>Gambar 4.2</b> Pembagian Area Provinsi Lampung.....	41
<b>Gambar 4.3</b> <i>Morans Scatterplot</i> pembobot <i>Queen Contiguity</i> .....	44





## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Jumlah Kejadian Bencana Alam di Indonesia .....	3
<b>Tabel 4.1</b> Data Sortir Gempa Bumi.....	39
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Uji Autokorelasi Spasial .....	43
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Uji Dependensi Spasial.....	45
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Estimasi Parameter .....	46
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Uji Homogenitas.....	47
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Uji Normalitas .....	48



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Data Gempa Provinsi Lampung Tahun 1960-2019.....	56
<b>Lampiran 2</b> Matriks Pembobot <i>Queen Contiguity</i> .....	63
<b>Lampiran 3</b> Wilayah Lampung Per Area.....	64
<b>Lampiran 4</b> <i>Syntax</i> Uji <i>Morans 'I</i> dan uji <i>Lagrange Multiplier</i> .....	65
<b>Lampiran 5</b> Hasil Uji Autokorelasi Spasial .....	67
<b>Lampiran 6</b> Hasil Uji Dependensi Spasial dan Normalitas .....	68
<b>Lampiran 7</b> Hasil Estimasi Parameter .....	69



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Penegasan Judul

#### 1. Gempa Bumi

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat tumbukan antar lempeng bumi, aktivitas sesar, gunung berapi dan sebagainya. Gempa terjadi karena adanya pertemuan lempeng-lempeng yang bergerak aktif dan saling bertabrakan yang menghasilkan energi gelombang yang dapat merusak segala sesuatu ketika mencapai permukaan. Gempa juga merupakan getaran asli dari dalam bumi yang merambat ke permukaan akibat rekahan bumi pecah dan bergeser dengan keras.

#### 2. Regresi Spasial

Regresi spasial adalah analisis mengenai hubungan antara variabel satu dengan variabel lainnya serta memberikan efek spasial pada lokasi yang menjadi pusat pengamatan. Regresi spasial adalah hasil pengembangan dari regresi klasik berdasarkan adanya pengaruh ruang dan tempat, serta spasial itu sendiri berarti berkenaan dengan ruang dan tempat.

#### 3. *Spatial Error Model*

Model spasial *error* merupakan model regresi spasial yang memiliki efek spasial pada galatnya. Model spasial *error* ini muncul saat nilai *error* saling berkorelasi antara lokasi yang saling berdekatan atau dapat dikatakan terdapat korelasi spasial pada lokasi.

### B. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan sebuah negara kepulauan yang terletak diantara dua benua (Benua Asia dan Benua Australia) dan dua samudera (Samudera Hindia dan Samudera Pasifik) serta terletak pada garis khatulistiwa.<sup>1</sup> Secara geologi, Indonesia memiliki kontur perbukitan atau pegunungan yang menyebar di seluruh pelosok nusantara. Adanya kontur seperti ini dikarenakan Indonesia dilalui

---

<sup>1</sup>BNPB, *Rencana Nasional Penanggulangan Bencana 2015-2019* (Jakarta: BNPB, 2014). h. 13

oleh jalur pegunungan sirkum pasifik dan mediterania, serta Indonesia terletak pada jalur pertemuan lempeng dunia.<sup>2</sup> Kondisi geologi serta tektonik inilah yang menyebabkan Indonesia sering mengalami bencana alam sehingga menjadi salah satu wilayah rawan bencana yang dapat menimbulkan kerugian baik itu harta benda maupun korban jiwa yang tak terhitung nilainya.<sup>3</sup> Bencana alam memang tidak dapat diberhentikan begitu saja, namun dengan usaha bersama tentu resiko bencana dapat diminimalisir.



---

<sup>2</sup>Sumardani Kusmajaya and Riskyana Wulandari, “Kajian Risiko Bencana Gempa Bumi Di Kabupaten Cianjur”, *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 10.1 (2019), 39–51.

<sup>3</sup>Ainun Rosyida, Ratih Nurmasari, and Suprpto, “Analisis Perbandingan Dampak Kejadian Bencana Hidrometeorologi Dan Geologi Di Indonesia Dilihat Dari Jumlah Korban Dan Kerusakan (Studi: Data Kejadian Bencana Indonesia 2018)”, *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 10.1 (2019), 12–21.



Berikut disajikan data mengenai bencana alam di Indonesia dalam kurun waktu lima tahun terakhir.<sup>4</sup>

**Tabel 1.1** Jumlah Kejadian Bencana Alam di Indonesia

Kejadian Bencana Alam di Indonesia Tahun 2015-2020			
Jenis Bencana	Jumlah Kejadian	Korban	Kerusakan Rumah
Banjir	3.397	600	11.741
Tanah Longsor	2.779	690	5.326
Banjir dan Tanah Longsor	5	0	6
Gelombang Pasang	82	1	156
Puting Beliung	3.500	105	8.312
Kekeringan	188	0	0
Kebakaran Hutan	745	30	1
Gempa Bumi	104	683	84.480
Tsunami	2	453	1.583
Tsunami dan Gempa Bumi	2	3.475	6.8451
Letusan Gunung Api	79	9	7
Jumlah	10.883	6.046	180.013

<sup>4</sup> BNPB, “Tabel Bencana Alam Di Indonesia Tahun 2015 S/D 2020”, diakses dari <https://bnpb.go.id/infografis>, pada Maret 2020.

Pada **Tabel 1.1** tersebut menunjukkan bahwa dalam kurun waktu 5 tahun terakhir terdapat 10.883 kejadian bencana alam di Indonesia. Kejadian ini memberikan tanda bahwa angka kejadian bencana alam di Indonesia relatif tinggi.<sup>5</sup> Bencana alam yang terjadi didominasi oleh bencana geologi dan hidrometeorologi. Bencana geologi berarti bencana alam yang terjadi dikarenakan adanya aktivitas geologi yang tidak normal, seperti gempa bumi, tanah longsor, tsunami dan letusan gunung berapi. Bencana hidrometeorologi merupakan bencana alam yang disebabkan oleh adanya perubahan iklim yang ekstrem, misalnya banjir, kebakaran hutan dan sebagainya.<sup>6</sup>

Bencana geologi Indonesia yang bermacam-macam sangat tergantung pada aktivitas tektonik, salah satunya karena adanya pertemuan tiga lempeng yang membuat adanya jalur rawan gempa dan rangkaian gunung api aktif (*Ring Of Fire*).<sup>7</sup> Pergerakan lempeng Indo-Australia yang aktif salah satunya terdapat di Pulau Sumatera. Pada wilayah ini lempeng-lempeng sangat aktif bergerak sehingga terjadi pergeseran lempeng bumi ke arah bawah yang menghasilkan rangkaian pegunungan Bukit Barisan serta membentuk sesar aktif Sumatera yang terbentang dari Selat Sunda hingga Laut Andaman. Terdapat patahan-patahan lain yang tersebar disekitar Pulau Sumatera, sehingga wilayah atau provinsi-provinsi di Sumatera yang berada di wilayah tersebut lebih banyak mengalami kejadian bencana alam.<sup>8</sup>

Lampung merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang termasuk dalam daftar provinsi di Pulau Sumatera yang sering dilanda gempa bumi. Gempa bumi ini terjadi karena Provinsi Lampung berada di wilayah yang memiliki kontur tanah dengan tingkat pergeseran

---

<sup>5</sup>BNPB.*Op.Cit.* h. 13-15.

<sup>6</sup>Syahrizal Koem, “Membangun Ketahanan Berbasis Komunitas Dalam Mengurangi Risiko Bencana Di Desa Pilomonu Kabupaten Gorontalo”, *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 4.2 (2019), 211–222.

<sup>7</sup>Tim Pusat Studi Gempa Nasional, *Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017* (Jakarta: Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian, Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dan Pengembangan, 2017). h. 2.

<sup>8</sup>Miftahul Huda and Badrul Munir, “Analisa Pola Sesar Di Daratan Selatan Sumatera Berdasarkan Event Gempa Tahun 1960-2000”, *Jurnal Sains Terapan*, 3.2 (2017), 48–52.

lempeng yang sangat aktif sehingga menyebabkan sering terjadi gempa bumi dan juga bencana alam lainnya.

Lampung yang berada pada lempeng Indo-Australia atau sesar semangko dengan kontur tanah yang bergerak aktif mengakibatkan seringnya terjadi gempa di bagian barat Lampung.<sup>9</sup> Sesar semangko terbentuk sejak jutaan tahun yang lalu akibat dari tabrakan Lempeng Hindia-Australia dengan Lempeng Eurasia. Jika tekanan dari tabrakan kedua lempeng tersebut tidak dapat ditahan, maka akan terjadi gempa bumi disekitar zona penunjaman tersebut. Wilayah yang berada di sekitar sesar semangko akan sering merasakan adanya getaran dari gempa bumi.

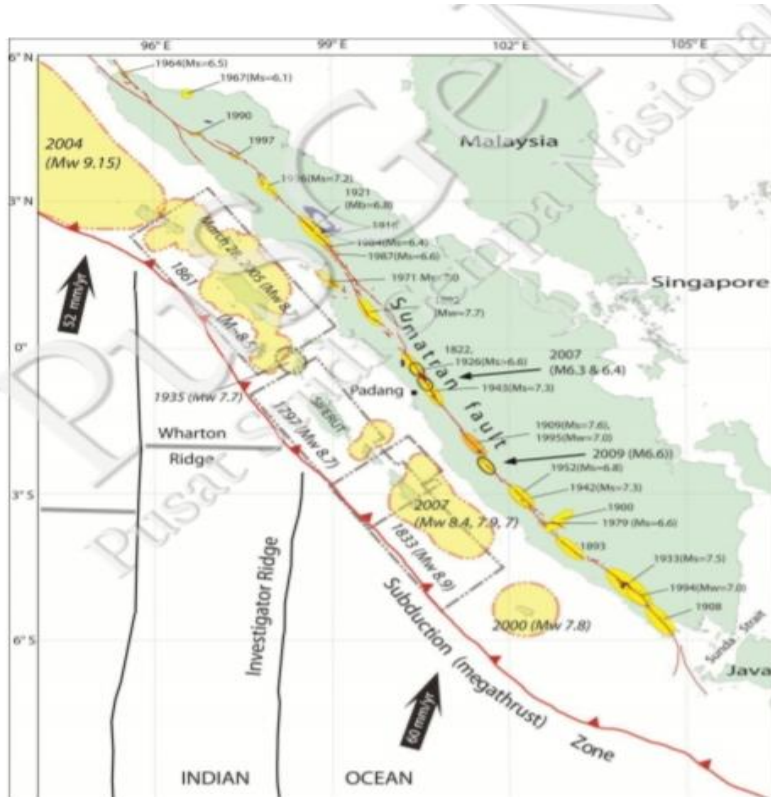
Sesar semangko merupakan salah satu dari beberapa sesar aktif yang berada disekitar Pulau Sumatera.<sup>10</sup> Zona subduksi dari sesar semangko ini akan kembali merekat lagi sampai pada saatnya tiba akan terjadi gempa bumi besar yang dapat menyebabkan tsunami seperti yang terjadi di Aceh pada tahun 2004 silam. Gempa yang terjadi di Lampung disebabkan kondisi geologi serta tidak lepas dari kondisi iklim di Provinsi Lampung. Kondisi iklim juga sangat berpengaruh terhadap kejadian bencana alam yang sering melanda Lampung.

---

<sup>9</sup>Darwin Alijasa Siregar and Yudhicara, “Pentarikan Radiokarbon Dalam Penentuan Umur Aktivitas Sesar Sumatra Di Liwa, Lampung”, *Jurnal Lingkungan Ddan Bencana Geologi*, 8.1 (2017), 13–18.

<sup>10</sup>Huda and Munir. *Op. Cit.* h. 48-52

Letak sesar aktif yang berada di Sumatera dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 1.1** Sesar Aktif

Gempa yang terjadi di Lampung bukan berarti titik gempa selalu berada di wilayah Lampung, namun wilayah-wilayah di sekitarnya juga dapat mempengaruhi dan menimbulkan kekuatan gempa. Konsep ini merupakan konsep bertetanggaan yang berarti kejadian di suatu wilayah dapat terjadi akibat wilayah itu sendiri dan dampak dari wilayah di sekitarnya.<sup>11</sup> Salah satu contoh konsep

<sup>11</sup>James P. LeSage, *The Theory and Practice of Spatial Econometrics* (University of Toledo: Departemen of Economics, 1999). h. 11



bertetangga yaitu ketika Aceh mengalami gempa dan tsunami yang hebat. Gempa di Aceh tersebut dampaknya meluas ke daerah di sekitarnya bahkan di luar negeri juga merasakan gempa yang terjadi.



**Gambar 1.2** Gempa di Lampung

Terjadinya gempa ini menimbulkan kerugian yang berbeda-beda, namun hal ini tetap saja merugikan lingkungan yang ada disekitar sumber gempa tersebut.<sup>12</sup> Tindakan pencegahan atau penanggulangan dini sangat diperlukan dalam mengatasi kerugian yang ditimbulkan gempa bumi. Jika gempa yang terjadi dibiarkan begitu saja, maka dapat dipastikan kerugian yang ditimbulkan

<sup>12</sup>Juli Sapitri Siregar and Adik Wibowo, “Upaya Pengurangan Risiko Bencana Pada Kelompok Rentan”, *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 10.1 (2019), 30–38.

semakin besar bahkan bisa menelan korban jiwa. Allah telah berfirman dalam QS. ar-Rum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: *"Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah menimpakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)."* (QS. Ar-Rum : 41)

Pada ayat yang lain Allah berfirman:

فَكُلًّا أَخَذْنَا بِذَنْبِهِ فَمِنْهُمْ مَنْ أَرْسَلْنَا عَلَيْهِ حَاصِبًا وَمِنْهُمْ مَنْ أَخَذَتْهُ الصَّيْحَةُ وَمِنْهُمْ مَنْ خَسَفْنَا بِهِ الْأَرْضَ وَمِنْهُمْ مَنْ أَغْرَقْنَا وَمَا كَانَ اللَّهُ لِيُظْلِمَهُمْ وَلَكِنْ كَانُوا أَنْفُسَهُمْ يَظْلِمُونَ

Artinya: *"Maka masing-masing (mereka itu) Kami siksa disebabkan dosanya, maka di antara mereka ada yang Kami timpakan kepadanya hujan batu kerikil dan di antara mereka ada yang ditimpa suara keras yang mengguntur, dan di antara mereka ada yang Kami benamkan ke dalam bumi, dan di antara mereka ada yang Kami tenggelamkan, dan Allah sekali-kali tidak hendak menganiaya mereka, akan tetapi merekalah yang menganiaya diri mereka sendiri."* (QS. Al-'Ankabut : 40).

Ayat-ayat tersebut merupakan sebagian dari firman Allah yang membahas mengenai bencana alam. Allah telah menjelaskan dalam firman-Nya bahwa peristiwa alam yang terjadi di muka bumi baik itu banjir, kebakaran, gempa bumi, tanah longsor, penyakit menular dan bencana lainnya disebabkan oleh manusia itu sendiri. Sebagian bencana tersebut merupakan peringatan dari Allah SWT kepada manusia yang sering lalai dengan tanggung jawab mereka, baik kepada Allah SWT, kepada sesama manusia maupun kepada lingkungan dimana mereka tinggal.

Semua peristiwa dan bencana alam yang terjadi di bumi ini tidak terjadi begitu saja, melainkan sesuai kehendak Sang Pencipta.

Adanya peristiwa tersebut merupakan peringatan kepada manusia agar kembali ke jalan yang benar. Tidak semua manusia lalai terhadap perintah Allah SWT, namun karena sebagian orang yang lalai maka orang yang tidak bersalah ikut merasakan akibatnya. Hal ini bukan berarti tidak adil bagi orang yang tidak bersalah, melainkan sebagai pelajaran agar kesalahan yang telah diperbuat sebelumnya tidak terulang kembali.

Allah berfirman mengenai gempa bumi dalam QS al-Ankabut ayat 37:

فَكَذَّبُوهُ فَأَخَذَتْهُمُ الرَّحْفَةُ فَأَصْبَحُوا فِي دَارِهِمْ جُثَمٍ

artinya: "*Maka mereka mendustakan Syu'aib, lalu mereka ditimpa gempa yang dahsyat, dan jadilah mereka mayat-mayat yang bergelimpangan di tempat-tempat tinggal mereka". (QS. Al-Ankabut : 37).*

Kejadian gempa bumi ternyata telah tertulis dalam al-quran dan sebagian kejadian telah tersaji dalam Tabel 1 yang berisi data bencana alam termasuk gempa bumi di Indonesia. Berdasarkan Tabel 1 tersebut, terlihat bahwa jumlah kejadian khusus gempa sebanyak 104 kejadian atau sebesar 0.96% dengan 683 korban jiwa dan 68.451 kerusakan rumah dengan persentase berturut-turut sebesar 11.3% korban jiwa dan 38% kerusakan rumah. Persentase kejadian gempa yang tidak terlalu besar dapat mengakibatkan kerugian yang besar termasuk menelan korban. Berdasarkan penjabaran data tersebut dapat terlihat bahwa gempa merupakan bencana alam yang berbahaya dan membutuhkan peringatan khusus seperti perlunya peta zona rawan gempa di setiap daerah. Pembuatan peta ini sangat bermanfaat untuk pedoman bagi setiap daerah, sehingga peneliti ingin membuat peta zona rawan gempa di Provinsi Lampung. Penelitian ini merupakan pembaharuan peta gempa di Provinsi yang pernah dikaji oleh peneliti sebelumnya.

Penelitian ini berawal dari banyaknya gempa di Lampung yang menimbulkan kerugian dan kecemasan pada masyarakat. Adanya pembaharuan peta zona gempa ini dapat memprediksi zona rawan

gempa sehingga daerah yang termasuk zona rawan dapat berusaha meminimalisir kerugian dan selalu siaga serta dapat mempermudah dalam proses evakuasi ke zona yang lebih aman. Penelitian ini sebelumnya pernah dikaji dengan pembahasan mengenai zona rawan gempa berdasarkan nilai amplifikasi HVSR di Liwa<sup>13</sup> serta penelitian tentang zona rawan gempa bumi berdasarkan nilai percepatan tanah maksimum.<sup>14</sup> Penelitian tersebut membuat objek kajian menjadi beberapa zona berdasarkan tingkat kerawanan gempa bumi. Pada penelitian kali ini juga akan membuat peta zona rawan gempa di Lampung namun menggunakan pendekatan regresi spasial. Peta ini merupakan pembaharuan dari peta gempa sebelumnya karena pembaharuan ini merupakan kebutuhan penting dalam suatu proses pembangunan dan untuk perencanaan kesiapsiagaan bencana. Terdapat juga penelitian yang sebelumnya mengenai regresi spasial yaitu analisis regresi spasial untuk membuat pemodelan indeks pembangunan manusia di Jawa.<sup>15</sup> Regresi spasial juga diterapkan untuk membuat peta zona kriminalitas di Sulawesi Selatan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dapat dilihat bahwa pembuatan peta zona rawan gempa menjadi kajian yang menarik dan bermanfaat. Terdapat juga penelitian yang menerapkan pendekatan regresi spasial, akan tetapi penelitian tentang pembuatan peta zona gempa dengan regresi spasial belum pernah dilakukan. Peneliti tertarik untuk menerapkan regresi spasial dalam peta zona rawan gempa karena regresi spasial ini merupakan pendekatan yang memperhatikan keterkaitan antar daerah. Adanya keterkaitan antar daerah inilah yang membuat regresi spasial cukup spesifik untuk menduga daerah yang rawan gempa sehingga dapat dikelompokkan menjadi beberapa zona rawan gempa. Efek spasial ini sesuai untuk

---

<sup>13</sup>Satria Subkhi Arifin and others, “Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi Hvsr Mikrotremor Dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa Dan Sekitarnya”, *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 2.1 (2014), 30–40.

<sup>14</sup>Agnes Cahya Widiyanti and others, “Analisis Zona Rawan Gempa Bumi Daerah Lampung Berdasarkan Nilai Percepatan Tanah Maksimum (PGA) Dan Data Accelererograph Tahun 2008-2017”, *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 3.2 (2017).

<sup>15</sup>Wahyuni Alwi, “Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia Di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2017 Menggunakan Analisis Regresi Spasial”, *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Pendidikan Matematika (JMP)*, 11.1 (2019), 45–58.



memprediksi zona gempa karena gempa yang terjadi dapat memberikan efek gempa kepada daerah disekitar sumbernya. Sehingga sesuai untuk memprediksi daerah rawan gempa di Lampung meskipun sumber gempa berada di luar Provinsi Lampung. Penelitian ini akan memberikan manfaat terutama informasi kepada masyarakat Lampung mengenai zona rawan gempa. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk mengkaji mengenai pemodelan zonasi rawan gempa di Provinsi Lampung menggunakan regresi spasial.

## **C. Identifikasi dan Batasan Masalah**

### **1. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat diidentifikasi beberapa masalah, yaitu:

- a. Provinsi Lampung merupakan daerah yang rawan mengalami bencana gempa bumi namun masih ada masyarakat yang belum mengetahui spesifikasi daerah rawan gempanya meskipun informasi terkait gempa bumi sudah dapat diakses di laman web dari suatu instansi terkait.
- b. Perlu dilakukan pembaharuan mengenai peta zona rawan gempa tektonik di Provinsi Lampung dan membuat pemodelan gempa dengan *spatial error model* dari data yang telah diperoleh untuk memberikan informasi tambahan kepada masyarakat.

### **2. Batasan Masalah**

Pembahasan pada ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada pembuatan model dan peta zona rawan gempa tektonik di Provinsi Lampung dengan *spatial error model* dengan menggunakan aplikasi bantuan berupa *R-Gui* dan *Q-Gis* yang hasilnya dapat memberikan informasi tambahan kepada masyarakat.

## **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah maka rumusan masalah yang dibuat yaitu:

- 1) Bagaimana bentuk umum *spatial error model* untuk zonasi rawan gempa di Provinsi Lampung?
- 2) Bagaimana peta zona rawan gempa di Provinsi Lampung?

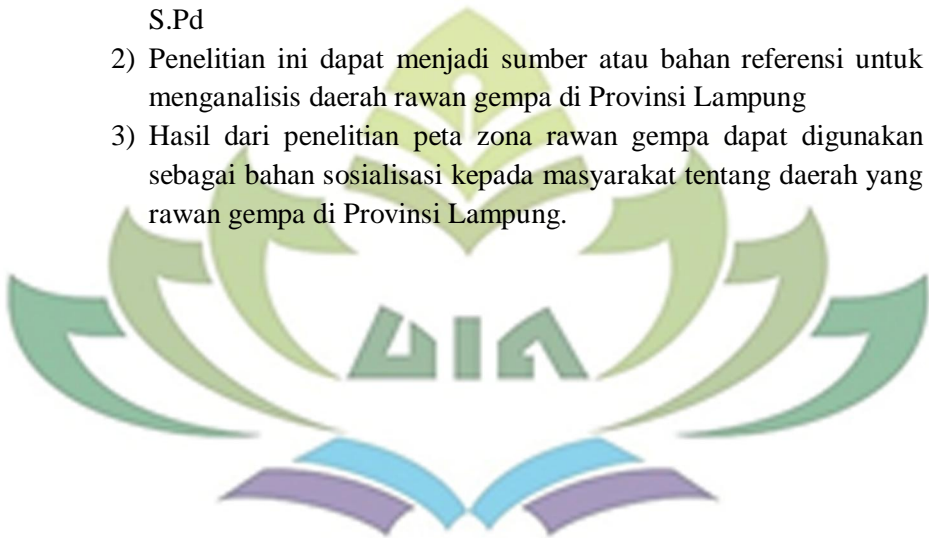
**E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang sesuai dengan rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

- 1) Membuat bentuk umum *spatial error model* untuk zonasi rawan gempa di Provinsi Lampung
- 2) Membuat peta zona rawan gempa di Provinsi Lampung menggunakan regresi spasial

**F. Manfaat Penelitian**

- 1) Penelitian ini digunakan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar S.Pd
- 2) Penelitian ini dapat menjadi sumber atau bahan referensi untuk menganalisis daerah rawan gempa di Provinsi Lampung
- 3) Hasil dari penelitian peta zona rawan gempa dapat digunakan sebagai bahan sosialisasi kepada masyarakat tentang daerah yang rawan gempa di Provinsi Lampung.



## G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Peneliti sebelumnya pernah melakukan observasi tentang gempa bumi dan telah berhasil menganalisisnya dengan judul Analisis Zona Rawan Gempa Bumi Daerah Lampung Berdasarkan Nilai Percepatan Tanah Maksimum (PGA) dan Data *Accelererograph* yang dilakukan di Lampung.<sup>16</sup> Pengumpulan data gempa menggunakan data katalog USGS 1990-2017 dan observasi ACC di BMKG Lampung. Penelitian ini menggunakan pendekatan PGA untuk mendapatkan pemetaan zona rawan gempa. Pengumpulan data pada penelitian ini berupa data parameter gempa yang meliputi lokasi gempa, *original time*, besar kekuatan gempa, magnitudo dan kedalaman episentrum. Penggunaan parameter tersebut menghasilkan pemetaan wilayah Lampung menjadi 3 zona yaitu Bandar Lampung dan Kota Bumi pada intensitas I-II, Kota Agung pada intensitas III-V dan Liwa pada intensitas VII-VIII.

Penelitian mengenai analisis spasial juga telah dilakukan melalui studi kasus di Jawa Tengah dengan judul Analisis Spasial Pengaruh Tingkat Pengangguran Terhadap Kemiskinan di Indonesia.<sup>17</sup> Pada studi kasus ini menggunakan data spasial dan teknik analisis regresi spasial dan *spatial error model*. Studi ini menggunakan dua variabel yaitu jumlah pengangguran dan jumlah penduduk, kemudian akan dilihat ada atau tidaknya hubungan antara keduanya. *Spatial error model* juga akan melihat adanya pembobotan data berdasarkan lokasi dengan membuat suatu persamaan regresi. Hasil dari studi kasus ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan dan ketergantungan wilayah yang mempengaruhi jumlah penduduk miskin.

Penelitian yang menggunakan *spatial error model* juga dilakukan oleh peneliti lainnya di Jawa Tengah.<sup>18</sup> *Spatial error model* digunakan untuk membuat Pemodelan *Spatial Error Model* untuk Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi Jawa Tengah. Data

---

<sup>16</sup>Widiyanti and others.*Op.Cit*.

<sup>17</sup>Rita Rahmawati, Diah Safitri, and Octafinnanda Ummu Fairuzdhiya, 'Analisis Spasial Pengaruh Tingkat Pengangguran Terhadap Kemiskinan Di Indonesia (Studi Kasus Provinsi Jawa Tengah)', *Media Statistika*, 8.1 (2015), 23–30.*Op.Cit.* h.23-30

<sup>18</sup>Diana Wahyu Safitri, Moh Yamin Darsyah, and Tiani Wahyu Utami, "Pemodelan Spatial Error Model (SEM) Untuk Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Di Provinsi Jawa Tengah", *Jurnal Statistika*, 2.2 (2014), 9–14.

yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik yang mencakup komponen IPM di Jawa Tengah. Pemodelan ini menunjukkan bahwa terdapat pola berkelompok antar wilayah yang saling berdekatan. Karakteristik wilayah yang berdekatan mengakibatkan peningkatan atau penurunan IPM dan menghasilkan peta persebaran komponen IPM dengan kepekatan warna yang berbeda-beda sesuai dengan karakteristik wilayah di Jawa Tengah.

## **H. Sistematika Penulisan**

Penulisan penelitian yang sistematis akan mempermudah dalam proses pembuatannya. Sistematika penulisan ini merupakan kontrol untuk melakukan pembahasan dari sebuah alur penelitian. Adapun sistematika penulisannya dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

### **1. Bagian Awal Skripsi**

Bagian awal ini berisi halaman judul, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar lampiran.

### **2. Bagian Utama Proposal Skripsi**

Bagian utama terdiri dari bab dan sub bab, yaitu sebagai berikut.

#### **BAB I Pendahuluan**

Bab ini terdiri dari pengasan judul, latar belakang masalah, rumusan masalah, identifikasi dan batasan masalah, rumusan masalah, tujuan masalah, manfaat penelitian, kajian penelitian terdahulu yang relevan, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II Landasan Teori**

Pada bab ini berisi penjelasan mengenai konsep atau teori-teori yang digunakan dalam penelitian. Landasan teori yang digunakan menjelaskan mengenai terjadinya gempa bumi, regresi spasial serta *spatial error model* dan yang berkaitan dengan pemodelan zonasi gempa bumi.

#### **BAB III Metode Penelitian**

Mendeskripsikan mengenai metode penelitian yang berisi waktu dan tempat penelitian, jenis penelitian, data penelitian, teknik pengumpulan data, serta metode analisis data.

#### BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi pembahasan atau pemaparan mengenai pokok bahasan penelitian. Mulai dari deskripsi data, hasil uji yang dilakukan hingga hasil dari penelitian yang dilakukan baik itu dalam bentuk persamaan model spasial maupun hasil dari pemetaan gempa bumi.

#### BAB V Penutup

Pada bagian penutup berisi kesimpulan dan saran dimana kesimpulan yang diperoleh merupakan hasil yang telah dikaji dan dibahas dalam bab sebelumnya, sedangkan untuk saran diperlukan agar hasil penelitian ini lebih baik lagi dan bias lebih bermanfaat.







## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Bencana**

Bencana adalah peristiwa yang perlu dicegah, ditanggulangi dan diperbaiki karena bencana dapat merusak kehidupan masyarakat baik itu disebabkan oleh faktor alam dan/atau faktor non alam sehingga menimbulkan risiko bencana.<sup>19</sup> Risiko bencana itu sendiri merupakan potensi kerugian berupa gangguan kegiatan masyarakat, kerugian harta benda, luka-luka hingga korban jiwa yang ditimbulkan akibat bencana tersebut. Bencana yang akan dan sedang terjadi patut diwaspadai, ini karena kerugian yang ditimbulkan dapat mengancam kelangsungan hidup yang ada. Bencana alam dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian diantaranya adalah bencana geologi dan hidrometeorologi. Bencana geologi yaitu bencana alam yang terjadi akibat pergerakan geologi yang tidak normal sehingga menimbulkan tanah longsor, gempa bumi dan sebagainya. Bencana hidrometeorologi adalah bencana yang terjadi akibat perubahan iklim yang begitu ekstrem misalnya banjir dan kebakaran hutan. Bencana alam jenis geologi dan hidrometeorologi merupakan bencana yang wajib diperhatikan oleh manusia. Perlunya perhatian khusus dikarenakan kehadirannya begitu cepat dan risiko yang ditimbulkan berbeda-beda serta sulit untuk diperbaiki ke bentuk semula. Penanggulangan bencana seperti ini membutuhkan dana yang cukup banyak untuk memulihkan sistem kehidupan yang telah porak poranda akibat terjangkitnya bencana.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup>Ristekdikti, *Panduan Pembelajaran Kebencanaan Untuk Mahasiswa Di Perguruan Tinggi* (Jakarta: Ristekdikti, 2019). h. 2

<sup>20</sup>Andi Munawar MD, Abdullah, and Mochammad Afifuddin, “Zonasi Dan Pemodelan Nilai Kerusakan Akibat”, *Jurnal Teknik Sipil*, 5.3 (2016), 291–302.

## B. Potensi Ancaman Bencana

Potensi ancaman bencana adalah suatu kondisi yang disebabkan oleh kejadian alam maupun ulah manusia.<sup>21</sup> Ancaman bencana ini dapat dikelompokkan menjadi lima bagian, yaitu:

- 1) Bahaya geologi
- 2) Bahaya hidrometeorologi
- 3) Bahaya teknologi
- 4) Bahaya biologi
- 5) Bahaya penurunan kualitas lingkungan

Menurut rencana penanggulangan bencana, bahaya dibagi menjadi 12 jenis, yaitu:

- 1) Gempa bumi
- 2) Tanah longsor
- 3) Tsunami
- 4) Letusan gunung api
- 5) Banjir
- 6) Banjir bandang
- 7) Kekeringan
- 8) Puting beliung
- 9) Cuaca ekstrem dan abrasi
- 10) Kebakaran hutan dan lahan
- 11) Epidemik dan wabah penyakit
- 12) Kegagalan teknologi

## C. Gempa Bumi

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat tumbukan antar lempeng bumi, aktivitas sesar, gunung berapi dan sebagainya.<sup>22</sup> Gempa terjadi karena adanya pertemuan lempeng-lempeng yang bergerak aktif dan saling bertabrakan yang menghasilkan energi gelombang yang dapat merusak segala sesuatu

---

<sup>21</sup>Ristekdikti. *Op.Cit.* h. 5

<sup>22</sup>Badan Nasional Penanggulangan Bencana, *Buku Saku Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana* (Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012). h 1

ketika mencapai permukaan. Gempa juga merupakan getaran asli dari dalam bumi yang merambat ke permukaan akibat rekahan bumi pecah dan bergeser dengan keras. Gempa bumi menimbulkan gelombang elastis atau getaran yang bersumber dari dalam bumi dan menjalar ke permukaan bumi sehingga dapat dirasakan oleh makhluk hidup di sekitar wilayah gempa tersebut.<sup>23</sup> Energi gempa yang ditimbulkan dapat membentuk struktur baru pada wilayah di sekitar pusat gempa. Perubahan tanah yang terbentuk dari adanya gempa seperti tanah naik, tanah turun, pergeseran batuan dan lain sebagainya. Besar kecilnya energi gempa bumi yang dipancarkan sesuai dengan karakteristik batuan yang ada. Wilayah yang memiliki batuan rapuh akan sering terjadi gempa-gempa kecil, ini dikarenakan *stress* yang dikandung tidak besar dan langsung di lepaskan. Wilayah dengan batuan yang lebih kuat, energi yang dikandung lebih banyak karena disimpan dalam waktu relatif lebih lama sehingga pada saat dilepaskan gempa yang terjadi akan lebih kuat karena energi yang terlalu banyak. Wilayah dengan potensi gempa biasanya terletak diantara lempeng-lempeng bumi dengan kondisi bebatuan yang berbeda-beda.

Penemuan teori-teori umum tersebut merupakan salah satu bentuk ikhtiar manusia dalam memahami firman Allah dalam al-quran yang telah lebih dahulu memaparkan terbentuknya bumi dan bagaimana lempengan bumi bergerak hingga bagaimana hancurnya bumi. Hanya saja akal manusia tidak dapat memahami firman Allah secara langsung sehingga manusia berikhtiar untuk memahami firman-firman Allah Swt. Proses terbentuknya bumi juga telah dijelaskan dalam Q.S Al-fussilat ayat 9 sebagai berikut.

﴿قُلْ أَنتَکُمْ لَتَکْفُرُونَ بِالَّذِی خَلَقَ الْأَرْضَ فِی یَوْمَیْنٍ وَتَجْعَلُونَ لَهُ ذُنُودًا  
ذَٰلِکَ رَبُّ الْعَالَمِینَ﴾ (٩)

Artinya: *Katakanlah: "Sesungguhnya patutkah kamu kafir kepada Yang menciptakan bumi dalam dua masa dan kamu adakan*

<sup>23</sup>Oxtavi Hardaningrum, Cecep Sulaeman, and Eddy Supriyana, “Zonasi Rawan Bencana Gempa Bumi Kota Malang Berdasarkan Analisis Horizontal Vertical to Spectral Ratio ( HVSr )”, *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016*, 2016, 139–48.

*sekutu-sekutu bagi-Nya? (Yang bersifat) demikian itu adalah Rabb semesta alam”(QS. Al-Fussilat : 9)*

Proses terbelahnya lempeng bumi menjadi beberapa bagian juga telah tertulis dalam QS Abasa ayat 26 sebagai berikut.

ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا (٢٦)

Artinya: *“Kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya”(QS*

Ayat ini menjelaskan bahwa bumi terbelah menjadi beberapa bagian atas kehendak-Nya. Hal ini sesuai dengan Teori Pangea yang merupakan teori umum tentang awal terbentuknya bumi dari benua raksasa hingga terpecah menjadi beberapa benua atau lempeng yang menyebar hingga seperti sekarang. Lempeng yang pecah tersebut bergerak saling menjauh telah tertulis dalam firman Allah dalam sebagai berikut.

وَتَرَى الْجِبَالَ تَحْسَبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ صُنِعَ اللَّهُ الَّذِي أَتَقَنَ كُلَّ شَيْءٍ إِنَّهُمْ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ (٨٨)

Artinya: *“Dan kamu lihat gunung-gunung itu, kamu sangka dia tetap di tempatnya, padahal ia berjalan sebagai jalannya awan. (Begitulah) perbuatan Allah yang membuat dengan kokoh tiap-tiap sesuatu; sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan”(QS An-Naml:88).*

Lempeng yang terus bergerak akan mengakibatkan energi yang dapat merusak apabila terjadi secara terus menerus sehingga terjadi gempa. Kejadian ini telah di firmankan oleh Allah dalam QS az-zalzalah ayat 1-5 sebagai berikut.

إِذَا زُلْزِلَتِ الْأَرْضُ زِلْزَالَهَا (١) وَأُخْرِجَتِ الْأَرْضُ أَنْقَالَهَا (٢) وَقَالَ الْإِنْسَانُ مَا لَهَا (٣) يَوْمَئِذٍ تُخْبِتُ الْأَخْبَارَهَا (٤) بِأَنَّ رَبَّكَ أَوْحَى لَهَا (٥)



Artinya: 1. Apabila bumi digoncangkan dengan guncangan (yang dahsyat) 2. dan bumi telah mengeluarkan beban-beban berat (yang dikandung)nya 3. dan manusia bertanya: "Mengapa bumi (menjadi begini)?" 4. pada hari itu bumi menceritakan beritanya 5. karena sesungguhnya Tuhanmu telah memerintahkan (yang sedemikian itu) kepadanya.(QS Az-Zalzalah:1-5)

Bumi yang terguncang merupakan kehendak Allah Swt. yang telah tertulis dalam al-quran sejak dahulu, akan tetapi akal manusia terbatas dalam memahami hal tersebut. Manusia perlu berpikir dan berikhtiar untuk memahami hal tersebut salah satunya dengan penemuan teori umum tentang bumi sebagai pembuktian firman Allah agar mudah dipahami oleh akal manusia melalui keilmuan umum.

Kebenaran pengetahuan dalam al-quran adalah kebenaran yang sesungguhnya. Manusia dapat memahami hal tersebut dengan cara berikhtiar untuk mencari beberapa fakta yang berkaitan dengan teori tersebut. Fakta-fakta yang ditemukan membuktikan bahwa firman Allah benar adanya dan tidak bertentangan dengan keilmuan di era modern. Manusia sebagai umat muslim harus meyakini dan menjalankan perintah Allah Swt. dengan tetap berikhtiar untuk memahami ilmu pengetahuan agar meningkatkan keimanan pada Allah Swt.

Firman-firman Allah tentang proses terbentuknya bumi terintegrasi dengan keilmuan umum yang menjadi sumber ilmu bagi manusia beserta pembedaannya tentang pergerakan lempeng. Proses pembentukan bumi memungkinkan lempeng-lempeng bergerak yang dapat merubah posisi dari suatu wilayah, salah satunya posisi Indonesia yang terletak diantara pertemuan lempeng bumi. Indonesia merupakan negara yang terletak pada pertemuan lempeng dunia sehingga sering merasakan gempa bumi, termasuk juga daerah Sumatera yang sering terjadi gempa tektonik.<sup>24</sup> Pertemuan lempeng

---

<sup>24</sup>Wiko Setyonegoro and others, 'The Analysis of Earthquake Sources on Mentawai Segment , Case Study: 25 October 2010 Earthquake ( Analisis Sumber Gempabumi Analisis Sumber Gempabumi Pada Segmen Mentawai', *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 13.2 (2012), 139–48.

tersebut dapat membentuk suatu patahan yang sewaktu-waktu dapat bergeser dan menimbulkan getaran di wilayah sekitarnya.<sup>25</sup> Getaran yang ditimbulkan memberikan dampak kerugian di wilayah sekitar sumber getaran karena getaran yang terjadi memiliki efek merusak ke segala arah. Jenis gempa yang patut diwaspadai adalah gempa tektonik. Gempa tektonik merupakan gempa yang disebabkan oleh pergerakan lempeng bumi baik berupa patahan pergeseran maupun penunjaman.<sup>26</sup> Kejadian gempa sulit untuk diperkirakan, hal ini dikarenakan gempa terjadi secara tiba-tiba dan begitu cepat. Besarnya kerusakan berkaitan dengan skala kekuatan gempa (*modiefiet mercally intensiti*) atau sering disebut magnitudo dan intensitas gempa. Magnitudo merupakan skala kekuatan gempa pada sumbernya yang dikeluarkan akibat gempa bumi dalam Skala Richter. Intensitas merupakan skala yang menggambarkan dampak gempa yang dirasakan dan dinyatakan dalam MMI skala I sampai XII antara lain sebagai berikut.<sup>27</sup>

- 1) I MMI, getaran tidak dirasakan kecuali dalam keadaan tertentu yang dialami beberapa orang.
- 2) II MMI, getaran mulai dirasakan oleh beberapa orang dan benda-benda ringan yang posisinya tergantung akan sedikit bergoyang.
- 3) III MMI, pada skala ini getaran terasa sedikit kuat sehingga orang-orang merasa seolah ada truk yang lewat
- 4) IV MMI, kerusakan yang ditimbulkan mulai nampak seperti jendela berderik dan beberapa perabotan terjatuh.
- 5) V MMI, hampir semua orang merasakan getaran ini dan terlihat kerusakan pada perabotan besar yang mulai terjatuh dan jendela mulai pecah.

---

<sup>25</sup>Arifin and others.*Op. Cit.* h. 30-40

<sup>26</sup>Liberichie P Putra, Partogi H Simatupang, and Tri M W Sir, 'Bahaya Kegempaan Di Wilayah Pulau Alor', *Jurnal Teknik Sipil*, 7.1 (2018), 57-70.

<sup>27</sup>Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, *Buku Saku Mengenal Gempa Bumi & Tsunami* (Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2019). h. 6-12

- 6) VI MMI, getaran dirasakan dan semua orang lari ke luar rumah dan rusaknya pada dinding rumah yang mulai hancur.
- 7) VII MMI, kerusakan ringan terjadi pada rumah yang pondasinya kokoh serta kerusakan berat pada rumah yang kondisinya kurang.
- 8) VIII MMI, kerusakan terjadi pada konstruksi yang lebih kuat dari sebelumnya.
- 9) IX MMI, pada skala ini memiliki getaran yang berdampak besar misalnya pondasi rumah bergeser, beberapa kerangka rumah menjadi puing-puing.
- 10) X MMI, kerusakan yang terjadi dapat mengancam keselamatan makhluk hidup seperti rumah menjadi porak poranda, tanah terbelah, rel melengkung dan terjadi longsor.
- 11) XI MMI, skala dengan kerusakan yang parah seperti hanya beberapa rumah yang bisa bertahan berdiri, tanah terbelah semakin lebar. Skala ini dapat menimbulkan banyak kerugian karena banyak harta benda yang hancur dan rata dengan tanah.
- 12) XII MMI, getaran yang terjadi memberikan efek kerusakan yang begitu kuat sehingga semua yang berada di sekitar sumber gempa menjadi hancur lebur dan adanya gelombang pasang dan longsor menambah luka dan pastinya memakan korban jiwa.

#### **D. Penanggulangan Bencana**

Undang-undang no. 24 tahun 2007 menyebutkan bahwa penanggulangan bencana adalah upaya yang dilakukan untuk pencegahan bencana, tanggap darurat dan rehabilitasi. Kegiatan ini dilakukan pada saat bencana belum terjadi, terjadi dan setelah

terjadi.<sup>28</sup> Penanggulangan bencana seharusnya menjadi tanggung jawab bersama antara masyarakat, lembaga pemerintah serta pihak-pihak terkait. Penanggulangan bencana bisa dalam bentuk apapun, seperti peringatan dini mengenai bencana yang akan datang. Salah satu peringatan dini adalah dibuatnya zonasi rawan bencana dalam hal ini kaitannya dengan gempa. Adanya zonasi rawan gempa akan mempermudah cara penyampaian kepada masyarakat untuk berhati-hati jika tinggal di zona rawan gempa. Teknik ini juga akan mempermudah badan penanggulangan bencana untuk mengevakuasi korban jiwa. Pembuatan zonasi rawan gempa ini akan meminimalisir kerugian yang diakibatkan, baik berupa harta benda hingga korban jiwa. Pemodelan zonasi rawan gempa ini dapat dibuat menjadi sebuah peta dengan bantuan pendekatan regresi spasial.

## E. Regresi Spasial

Pada umumnya analisis regresi digunakan dalam bidang statistik, namun pada penerapannya sering ditemukan adanya pengaruh spasial yang mempengaruhi suatu model. Pengaruh spasial yang terkadang diabaikan dapat menyebabkan kesimpulan yang didapatkan kurang tepat. Terdapat analisis regresi dimana dalam penerapannya memperhatikan adanya pengaruh spasial yang disebut Regresi spasial. Regresi spasial adalah analisis mengenai hubungan antara variabel satu dengan variabel lainnya serta memberikan efek spasial pada lokasi yang menjadi pusat pengamatan.<sup>29</sup> Regresi spasial adalah hasil pengembangan dari regresi klasik berdasarkan adanya pengaruh ruang dan tempat, serta spasial itu sendiri berarti berkenaan dengan ruang dan tempat.. Terdapat teori yang menjelaskan adanya ketergantungan antara beberapa daerah amatan yang berdekatan. Menurut tobler dalam Lembo dalam Prisma 1 kondisi tersebut terdapat dalam Hukum I Geografi yang berbunyi *‘everything is related to everything else, but near things are more related than*

---

<sup>28</sup>BNPB.*Op.Cit.* h. 9

<sup>29</sup>Gibranda, Fatwa Ramdani, and Ismiarta Aknuranda, “Pengembangan WebGIS Untuk Analisis Dan Pemodelan Data Menggunakan Teknik Regresi Spasial Dan R-Shiny Web Framework (Studi Kasus: Data Kemiskinan Dan Zakat Jawa Timur)”, *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2.3 (2018), 1290–1298.

*distant things*'.<sup>30</sup> Hukum ini menjelaskan bahwa terdapat hubungan satu sama lain sama halnya dengan daerah yang lebih dekat mempunyai hubungan yang erat dibandingkan dengan daerah yang lebih jauh. Daerah dengan hubungan yang dekat akan memiliki efek atau kejadian yang hampir sama dengan daerah yang menjadi sumber efeknya. Hal ini dikarenakan adanya keterkaitan antar daerah yang dekat sehingga menyebabkan adanya konsep bertetanggaan.

Pada regresi spasial terdapat beberapa model yaitu *Spatial Autoregressive* (SAR) dan *Spatial Error Model* (SEM). Ketiga model tersebut terbentuk akibat adanya syarat-syarat regresi spasial yang terpenuhi atau tidak terpenuhi dalam penerapannya dan memiliki rumus yang hampir sama namun dengan efek spasial yang sedikit berbeda misalnya pada *Spatial Error Model* fokus efek spasialnya terletak pada peubah galatnya. Menurut Anselin dan Lessage dalam media statistika<sup>31</sup>, secara umum model regresi spasial adalah sebagai berikut.

$$y = \rho W_1 + X\beta + u \quad (2.1)$$

$$u = \lambda W_2 u + \varepsilon \quad (2.2)$$

$$\varepsilon \sim N(0, I\sigma^2)$$

#### Keterangan

$y$  = vektor variabel respon berukuran  $n \times 1$

$\rho$  = parameter koefisien spasial lag variabel prediktor

$X$  = matriks variabel prediktor berukuran  $n \times (k+1)$

$\beta$  = vektor parameter koefisien regresi berukuran  $(k+1) \times 1$

$u$  = vektor galat persamaan (1) berukuran  $n \times 1$

$\varepsilon$  = vektor galat persamaan (2) berukuran  $n \times 1$

$\lambda$  = parameter koefisien spasial pada galat

$I$  = matriks identitas berukuran  $n \times n$

$W_1 W_2$  = matriks pembobot berukuran  $n \times n$

<sup>30</sup>Yulia Sari, Nur Karomah Dwidayati, and Putriaji Hendikawati, 'Estimasi Parameter Pada Regresi Spatial Error Model ( SEM ) Yang Memuat Outlier Menggunakan Iterative Z Algorithm', *Prisma*, 1 (2018), 456–463.

<sup>31</sup>Rita Rahmawati, Diah Safitri, and Octafinnanda Ummu Fairuzdhiya, "Analisis Spasial Pengaruh Tingkat Pengangguran Terhadap Kemiskinan Di Indonesia (Studi Kasus Provinsi Jawa Tengah)", *Media Statistika*, 8.1 (2015), 23–30.

Terdapat beberapa model yang dapat dibentuk dari model regresi spasial tersebut yaitu:

1. Jika  $\rho = 0$  dan  $\lambda = 0$ , maka persamaannya

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (2.3)$$

Persamaan yang terbentuk ini disebut model regresi linier sederhana yaitu model regresi yang tidak memiliki efek spasial

2. Jika  $\rho \neq 0$  dan  $\lambda = 0$ , maka persamaannya

$$y = \rho W_1 + X\beta + \varepsilon \quad (2.4)$$

Persamaan tersebut dinamakan dengan model SAR

3. Jika  $\rho = 0$  dan  $\lambda \neq 0$ , maka persamaannya

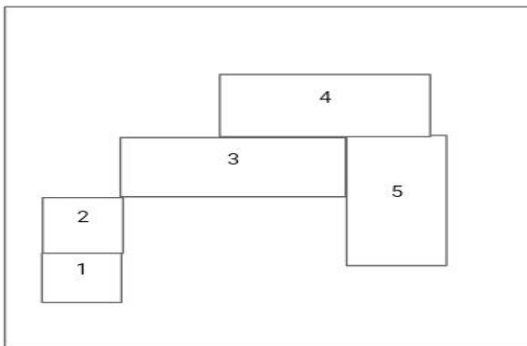
$$y = X\beta + u \quad (2.5)$$

$$u = \lambda W_2 u + \varepsilon$$

Persamaan ini disebut model SEM

## F. Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot ini menggambarkan adanya kedekatan atau pengaruh wilayah satu dengan wilayah lainnya. Matriks pembobot spasial ini sering disebut dengan konsep bertetanggaan.<sup>32</sup>



**Gambar 2.1 Contoh Matriks Pembobot Spasial**

<sup>32</sup>Hari Samadi, Yudiantri Asdi, and Effendi, “Penerapan Model Regresi Spasial Dalam Menentukan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan”, *Jurnal Matematika UNAND*, 6.4 (2017), 80–89.



Terdapat beberapa cara untuk mendefinisikan kedekatan wilayah atau konsep bertetanggaan, diantara yaitu:

- 1) *Rook contiguity* sisi dari beberapa wilayah yang bertetanggaan saling bersentuhan. Pada gambar 3 terlihat bahwa wilayah terdapat sisi yang bersentuhan, misalnya sisi wilayah 1 dan 2 saling bersentuhan. Matriks pembobot spasial adalah matriks biner yang berukuran  $n \times n$  dengan nilai 1 jika bertetanggaan dan bernilai 0 jika sebaliknya. Wilayah 1 dan 2 sisinya saling bersentuhan maka  $w_{12}=1$  dan yang lainnya bernilai 0.

Contoh matriks pembobot *rook contiguity*

$$W_{rook} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

*Bishop contiguity*, merupakan titik sudut yang saling bersentuhan antara wilayah satu dengan wilayah lain. Misalnya wilayah 2 dan 3, terlihat bahwa kedua wilayah tersebut saling bersentuhan titik sehingga memiliki nilai  $w_{23}=1$  dan bernilai 0 untuk yang lainnya. Contoh matriks pembobot *bishop contiguity*

$$W_{Bishop} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

- 2) *Queen contiguity*, merupakan gabungan dari rook contiguity dan bishop contiguity yaitu wilayah yang saling bersentuhan baik titik sudut maupun sisinya. Contoh Matrik *Queen contiguity* sebagai berikut:

$$W_{\text{Queen}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

### G. *Spatial Error Model*

Model spasial *error* merupakan model regresi spasial yang memiliki efek spasial pada galatnya. Model spasial *error* ini muncul saat nilai *error* saling berkorelasi antara lokasi yang saling berdekatan atau dapat dikatakan terdapat korelasi spasial pada lokasi tersebut.<sup>33</sup> Pada model spasial *error*, bentuk *error* pada wilayah *i* merupakan fungsi dari *error* di wilayah *j* dimana *j* adalah suatu wilayah yang terletak disekitar lokasi *i*. Secara umum rumus dari spasial *error* model diperoleh dari pengoperasian persamaan (2.2) dan persamaan (2.5) yang menghasilkan persamaan baru dengan langkah-langkah sebagai berikut.

$$y = X\beta + u \quad (2.5)$$

$$u = \lambda Wu + \varepsilon \quad (2.2)$$

$$\varepsilon = u - \lambda Wu$$

$$\varepsilon = u(1 - \lambda W)$$

$$u = (1 - \lambda W)^{-1} \varepsilon \quad (2.7)$$

Substitusi persamaan (2.7) ke dalam persamaan (2.5) sehingga diperoleh rumus *spatial error model* yaitu:

$$y = X\beta + (1 - \lambda W)^{-1} \varepsilon \quad (2.8)$$

$$\varepsilon_1 \sim N(0, \sigma^2 I)$$

Keterangan

$y$  = vektor variabel respon berukuran  $n \times 1$

$\rho$  = parameter koefisien spasial lag variabel prediktor

---

<sup>33</sup>Edy Sulistyawan and Rizkiana Mustika, “Spasial Error Model Untuk Balita Gizi Buruk Di Provinsi Jawa Timur Tahun 2016”, *Jurnal Riset Dan Aplikasi Matematika (JRAM)*, 3.1 (2019), 57.

$x$  = matriks variabel prediktor berukuran  $n \times (k+1)$

$\beta$  = vektor parameter koefisien regresi berukuran  $(k+1) \times 1$

$u$  = vektor galat persamaan (1) berukuran  $n \times 1$

$\lambda$  = parameter koefisien spasial pada galat

$I$  = matriks identitas berukuran  $n \times n$

$\varepsilon$  = vektor galat persamaan (2) berukuran  $n \times 1$

$W_1 W_2$  = matriks pembobot berukuran  $n \times n$

## H. Uji Prasyarat dan Asumsi Residual

Uji parametrik yang digunakan dalam penelitian ini ada 5 yaitu:

### 1. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi adalah analisis statistik prasyarat yang menguji apakah terdapat korelasi antar variabel respon yang berhubungan dengan spasial pada variabel respon itu sendiri.

Uji *Morans'I* merupakan uji autokorelasi yang sering digunakan dalam penelitian spasial. Hasil autokorelasi yang positif menandakan adanya kemiripan sifat dari lokasi yang berdekatan serta cenderung memiliki pola berkelompok. Jika autokorelasi bernilai negatif maka menunjukkan bahwa lokasi yang berdekatan memiliki sifat yang berbeda serta memiliki pola menyebar.<sup>34</sup> Hipotesis uji autokorelasi yaitu:

$H_0 : I=0$  (Tidak terdapat autokorelasi spasial)

$H_1 : I \neq 0$  (Terdapat autokorelasi spasial)

Kriteria keputusan  $H_1$  diterima jika  $p\text{-value} < \text{taraf signifikan}$ .

---

<sup>34</sup>Wahidah Sanusi, Hisyam Ihsan, and Hikmayanti Syam, 'Model Regresi Spasial Dan Aplikasinya Dalam Menganalisis Angka Putus Sekolah Usia Wajib Belajar Di Provinsi Sulawesi Selatan', *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, 1.2 (2018), 183–92.

Berdasarkan nilai *Morans' I*, dapat dilihat pola sebaran yang terjadi antar lokasi, yaitu dengan membuat *Morans Scatterplot* seperti pada **Gambar 2.2** berikut.

Kuadran II <i>Low-High</i>	Kuadran I <i>High-High</i>
Kuadran III <i>Low-Low</i>	Kuadran IV <i>High-Low</i>

**Gambar 2.2 *Morans Scatterplot***

Pada **Gambar 2.2** terlihat bahwa terdapat empat kuadran dengan nilai kuadran I *High-High* yang menunjukkan bahwa wilayah dengan nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh wilayah dengan nilai pengamatan tinggi. Kuadran II berarti wilayah yang nilai amatannya rendah dikelilingi oleh wilayah dengan nilai amatan tinggi. Kuadran III memiliki arti bahwa wilayah yang nilai amatannya rendah dikelilingi oleh wilayah dengan nilai amatan rendah, sedangkan kuadran IV yaitu wilayah dengan nilai amatan tinggi dikelilingi wilayah dengan amatan rendah..

## 2. Uji Dependensi

Uji dependensi spasial yang sering digunakan yaitu uji *Lagrange Multiplier*. Uji prasyarat dependensi ini dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya ketergantungan wilayah atau dependensi pada data.<sup>35</sup> Hipotesis uji dependensi yaitu:

$H_0 : I=0$  (Tidak terdapat dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$  (Terdapat dependensi spasial)

Adapun Kriteria keputusan  $H_1$  diterima jika  $p\text{-value} < \text{taraf signifikansi}$ .

<sup>35</sup>Sanusi, Ihsan, and Syam. Ibid.

### 3. Uji Estimasi Parameter

Estimasi parameter merupakan estimasi yang digunakan untuk menduga populasi dari sebuah sampel dan seberapa besar pengaruhnya pada variabel pendukung.

### 4. Uji Heterokesdisitas

Uji heterokesdisitas adalah pengujian tentang asumsi kehomogenan residual.<sup>36</sup> Uji heterokesdisitas yang sering digunakan yaitu uji Breusch-Pagan dengan hipotesis:

$H_0$ : Terdapat homogenitas spasial

$H_1$ : Terdapat heterogenitas spasial

Kriteria pengambilan keputusan uji homogenitas yaitu  $H_0$  diterima jika  $p\text{-value} < \text{taraf signifikansi}$ .

### 5. Uji Normalitas

Asumsi normalitas harus terpenuhi dalam sebuah penelitian untuk menguji apakah residual berdistribusi normal atau tidak.<sup>37</sup> Salah satu cara yang digunakan dengan menerapkan uji *Shapiro Wilk*

Hipotesis:

$H_0$ : Residual berdistribusi normal

$H_1$ : Residual tidak berdistribusi normal

Kriteria keputusan yang diambil yaitu tolak  $H_0$  jika nilai signifikansi  $< \alpha$

## I. Kerangka Berpikir

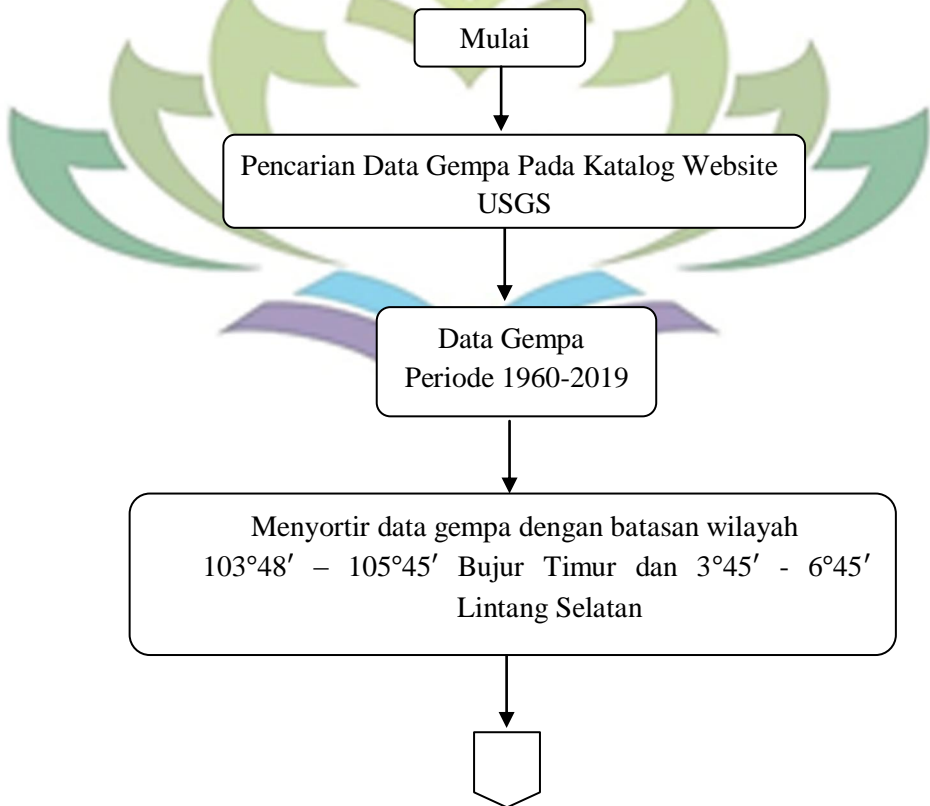
Lampung merupakan wilayah yang termasuk rawan potensi gempa bumi. Keadaan ini dikarenakan Lampung berada di wilayah dengan sesar yang aktif bergerak. Wilayah yang rawan ini mengakibatkan adanya risiko kerugian baik itu kecil maupun besar. Kerugian yang ditimbulkan bisa berakibat serius apabila tidak

<sup>36</sup>Wahendra Pratama, 'Pemetaan Dan Pemodelan Jumlah Kasus Penyakit Tuberculosis (TBC) Di Provinsi Jawa Barat Dengan Pendekatan Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)' (Institut Teknologi Sepuluh November, 2015).

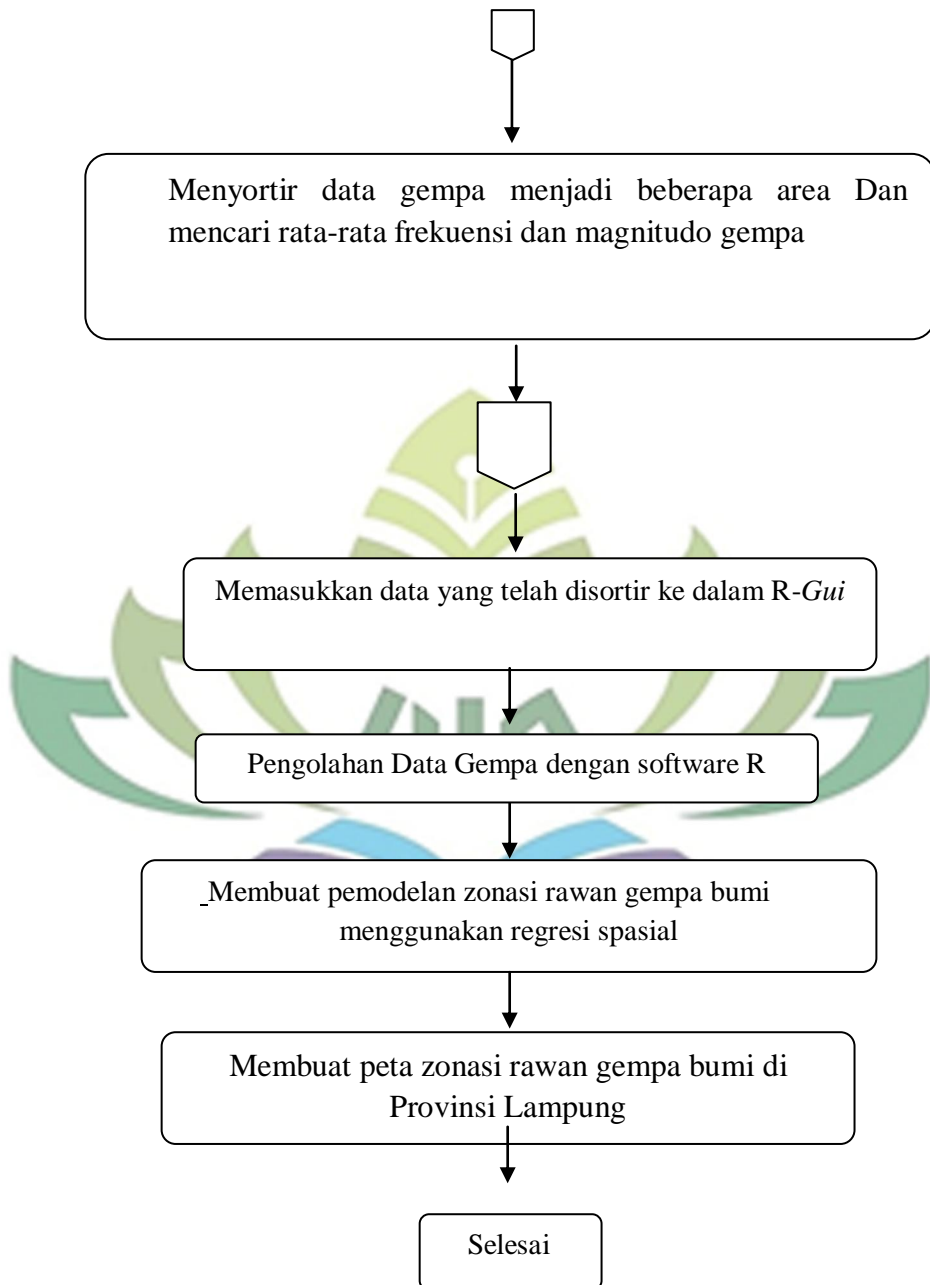
<sup>37</sup>Suardi Suardi, 'Pengaruh Kepuasan Kerja Terhadap Kinerja Pegawai Pada PT Bank Mandiri, Tbk Kantor Cabang Pontianak', *Journal Business Economics and Entrepreneurship*, 1.2 (2019), 9–18.

ditangani dengan serius, salah satunya akan menelan banyak korban jiwa.

Penanggulangan bencana yang tepat akan mengurangi risiko yang ditimbulkan, salah satu penanggulangannya yaitu menggunakan peta zonasi rawan gempa bumi. Data-data yang diperlukan dalam memetakan bencana yaitu menggunakan data spasial dan data statistik. Data tersebut diolah dengan bantuan pendekatan regresi spasial dengan menggunakan model *Spatial Error Model* dengan bantuan aplikasi R. Adanya pemetaan tersebut akan menghasilkan peta zonasi dengan wilayah rawan gempa bumi dengan skala rendah hingga tinggi. Zonasi tersebut dapat berupa warna yang menunjukkan tingkat intensitas atau kekuatan gempa di wilayah tersebut sehingga dapat digunakan sebagai upaya mitigasi bencana guna meminimalisir kerugian yang ditimbulkan.







**Gambar 2.3 Bentuk Kerangka Berfikir**



## DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, Wahyuni, 'Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia Di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2017 Menggunakan Analisis Regresi Spasial', *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Pendidikan Matematika (JMP)*, 11.1 (2019), 45–58
- Arifin, Satria Subkhi, Bagus Sapto Mulyatno, Marjiyono, and Roby Setianegara, 'Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi Hvsr Mikrotremor Dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa Dan Sekitarnya', *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 2.1 (2014), 30–40
- Bencana, Badan Nasional Penanggulangan, *Buku Saku Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana* (Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012)
- BNPB, *Rencana Nasional Penanggulangan Bencana 2015-2019* (Jakarta: BNPB, 2014)
- BNPB, 'Tabel Bencana Alam Di Indonesia Tahun 2015 S/D 2020', diakses dari <https://bnpb.go.id/infografis>, pada Maret 2020
- Gibranda, Fatwa Ramdani, and Ismiarta Aknuranda, 'Pengembangan WebGIS Untuk Analisis Dan Pemodelan Data Menggunakan Teknik Regresi Spasial Dan R-Shiny Web Framework (Studi Kasus: Data Kemiskinan Dan Zakat Jawa Timur)', *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2.3 (2018), 1290–98
- Hardaningrum, Oxtavi, Cecep Sulaeman, and Eddy Supriyana, 'Zonasi Rawan Bencana Gempa Bumi Kota Malang Berdasarkan Analisis Horizontal Vertical to Spectral Ratio ( HVSr )', *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016*, 2016, 139–48
- Huda, Miftahul, and Badrul Munir, 'Analisa Pola Sesar Di Daratan

Selatan Sumatera Berdasarkan Event Gempa Tahun 1960-2000', *Jurnal Sains Terapan*, 3.2 (2017), 48–52

Klimatologi dan Geofisika, Badan Meteorologi, *Buku Saku Mengenal Gempa Bumi & Tsunami* (Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2019)

Koem, Syahrizal, 'Membangun Ketahanan Berbasis Komunitas Dalam Mengurangi Risiko Bencana Di Desa Pilomonu Kabupaten Gorontalo', *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 4.2 (2019), 211–22 <<https://doi.org/10.30653/002.201942.143>>

Kusmajaya, Sumardani, and Riskyana Wulandari, 'Kajian Risiko Bencana Gempa Bumi Di Kabupaten Cianjur', *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 10.1 (2019), 39–51

LeSage, James P., *The Theory and Practice of Spatial Econometrics* (University of Toledo: Departemen of Economics, 1999)

MD, Andi Munawar, Abdullah, and Mochammad Afifuddin, 'Zonasi Dan Pemodelan Nilai Kerusakan Akibat', *Jurnal Teknik Sipil*, 5.3 (2016), 291–302

Pratama, Wahendra, 'Pemetaan Dan Pemodelan Jumlah Kasus Penyakit Tuberculosis (TBC) Di Provinsi Jawa Barat Dengan Pendekatan Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)' (Institut Teknologi Sepuluh November, 2015)

Putra, Liberichie P, Partogi H Simatupang, and Tri M W Sir, 'Bahaya Kegempaan Di Wilayah Pulau Alor', *Jurnal Teknik Sipil*, 7.1 (2018), 57–70

Rahmawati, Rita, Diah Safitri, and Octafinnanda Ummu Fairuzdhiya, 'Analisis Spasial Pengaruh Tingkat Pengangguran Terhadap

Kemiskinan Di Indonesia (Studi Kasus Provinsi Jawa Tengah)', *Media Statistika*, 8.1 (2015), 23–30

Rinaldi, Achi, Novalia, and Muhamad Syazali, *Statistika Inferensial Untuk Ilmu Sosial Dan Pendidikan* (Bogor: IPB Press, 2020)

Ristekdikti, *Panduan Pembelajaran Kebencanaan Untuk Mahasiswa Di Perguruan Tinggi* (Jakarta: Ristekdikti, 2019)

Rosyida, Ainun, Ratih Nurmasari, and Suprpto, 'Analisis Perbandingan Dampak Kejadian Bencana Hidrometeorologi Dan Geologi Di Indonesia Dilihat Dari Jumlah Korban Dan Kerusakan (Studi: Data Kejadian Bencana Indonesia 2018)', *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 10.1 (2019), 12–21

Safitri, Diana Wahyu, Moh Yamin Darsyah, and Tiani Wahyu Utami, 'Pemodelan Spatial Error Model (SEM) Untuk Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Di Provinsi Jawa Tengah', *Jurnal Statistika*, 2.2 (2014), 9–14

Samadi, Hari, Yudiantri Asdi, and Effendi, 'Penerapan Model Regresi Spasial Dalam Menentukan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan', *Jurnal Matematika UNAND*, 6.4 (2017), 80–89

Sanusi, Wahidah, Hisyam Ihsan, and Hikmayanti Syam, 'Model Regresi Spasial Dan Aplikasinya Dalam Menganalisis Angka Putus Sekolah Usia Wajib Belajar Di Provinsi Sulawesi Selatan', *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, 1.2 (2018), 183–92

Sari, Yulia, Nur Karomah Dwidayati, and Putriaji Hendikawati, 'Estimasi Parameter Pada Regresi Spatial Error Model ( SEM ) Yang Memuat Outlier Menggunakan Iterative Z Algorithm', *Prisma*, 1 (2018), 456–63

Setyonegoro, Wiko, Bambang Sunardi, Sulastris, Jimmi Nugraha, and Pupung Susilanto, 'The Analysis of Earthquake Sources on Mentawai Segment , Case Study : 25 October 2010 Earthquake ( Analisis Sumber Gempabumi Analisis Sumber Gempabumi Pada Segmen Mentawai', *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 13.2 (2012), 139–48

Siregar, Darwin Alijasa, and Yudhicara, 'Pentarikan Radiokarbon Dalam Penentuan Umur Aktivitas Sesar Sumatra Di Liwa, Lampung', *Jurnal Lingkungan Ddan Bencana Geologi*, 8.1 (2017), 13–18

Siregar, Juli Sapitri, and Adik Wibowo, 'Upaya Pengurangan Risiko Bencana Pada Kelompok Rentan', *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 10.1 (2019), 30–38

Suardi, Suardi, 'Pengaruh Kepuasan Kerja Terhadap Kinerja Pegawai Pada PT Bank Mandiri, Tbk Kantor Cabang Pontianak', *Journal Business Economics and Entrepreneurship*, 1.2 (2019), 9–18

Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan* (Bandung: Alfabeta, 2017)

Sulistiyawan, Edy, and Rizkiana Mustika, 'Spasial Error Model Untuk Balita Gizi Buruk DI Di Provinsi Jawa Timur Tahun 2016', *Jurnal Riset Dan Aplikasi Matematika (JRAM)*, 3.1 (2019), 57

Tim Pusat Studi Gempa Nasional, *Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017* (Jakarta: Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dan Pengembangan, 2017)

Widiyanti, Agnes Cahya, Karyanto Karyanto, Rustadi Rustadi, and Rudianto Rudianto, 'Analisis Zona Rawan Gempa Bumi Daerah Lampung Berdasarkan Nilai Percepatan Tanah Maksimum (PGA) Dan Data Accelererograph Tahun 2008-2017', *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 3.2 (2017)